SSNP121 – Intégration des termes de contact en 2D et 3D

Résumé :

Ce problème correspond à une analyse quasi-statique d'un problème de mécanique avec contact sans frottement. On s'intéresse tout particulièrement ici à l'intégration des termes de contact (*patch-test*). Il s'agit d'étudier deux blocs identiques maillés différemment et soumis à des déplacements imposés symétriques.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Ce test comporte six modélisations en 2D (éléments linéaires SEG2) :

- modélisation A : METHODE='CONTINUE'. La méthode d'intégration par sous-éléments proposée aussi par Bathe [bib1] est utilisée avec trois sous-éléments,
- modélisation B : METHODE='CONTRAINTE',
- modélisation C : METHODE='PENALISATION',
- modélisation G : METHODE='CONTINUE'. Une variante de la modélisation A où l'on teste l'activation initiale du statut de contact.
- modélisation L : METHODE='GCP',
- modélisation P : METHODE='CONTINUE'. Une variante de la modélisation G où l'on teste l'algorithme de pénalisation du contact.

une modélisation en 2D (éléments linéaires SEG2 en vis-à-vis d'éléments quadratiques SEG3) :

- modélisation H : METHODE='CONTINUE'. Les surfaces de contact sont composées d'éléments SEG2 en vis-à-vis d'éléments SEG3,

six modélisations en 3D (éléments quadratiques) :

- modélisation D : METHODE='CONTINUE'. Les surfaces de contact sont composées d'éléments QUAD8 en vis-à-vis d'éléments QUAD8,
- modélisation E : METHODE='CONTINUE'. Les surfaces de contact sont composées d'éléments TRIA6 en vis-à-vis d'éléments TRIA6,
- modélisation F : METHODE='CONTINUE'. Les surfaces de contact sont composées d'éléments TRIA6 en vis-à-vis d'éléments QUAD8.
- modélisation Q : METHODE='CONTINUE'. Les surfaces de contact sont composées d'éléments QUAD9 en vis-à-vis d'éléments QUAD9, les mailles 3D sont des HEXA27,
- modélisation R : METHODE='CONTINUE'. Les surfaces de contact sont composées d'éléments TRIA6 en vis-à-vis d'éléments TRIA6, les mailles 3D sont des PENTA18,

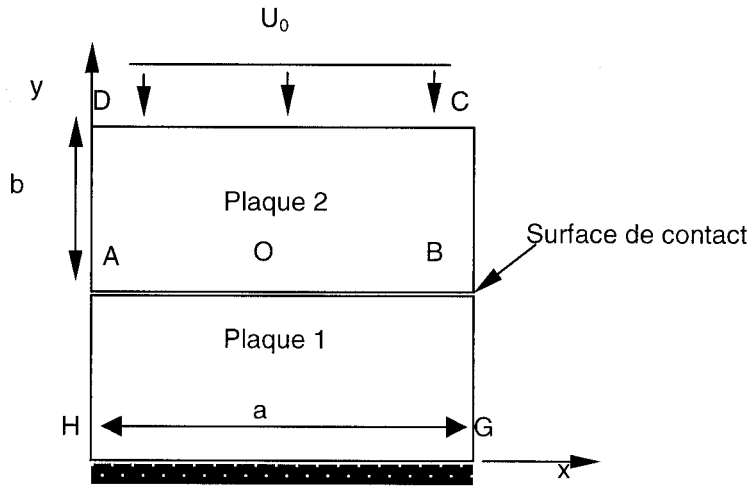
et quatre modélisations en 3D (éléments linéaires en vis-à-vis d'éléments quadratiques) :

- modélisation I : METHODE='CONTINUE'. Les surfaces de contact sont composées d'éléments QUAD4 en vis-à-vis d'éléments QUAD8,
- modélisation J : METHODE='CONTINUE'. Les surfaces de contact sont composées d'éléments TRIA3 en vis-à-vis d'éléments TRIA6,
- modélisation K : METHODE='CONTINUE'. Les surfaces de contact sont composées d'éléments TRIA3 en vis-à-vis d'éléments QUAD8.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Longueur $a=2\,m$.
Largeur $b=1\,m$.
O point milieu du segment AB (origine du repère).

1.2 Propriétés des matériaux

Plaques 1 et 2 :
Coefficient de Poisson : 0.0
Module d'Young : $2.10^6\,N/m^2$

1.3 Conditions aux limites et chargements

La plaque 1 est bloquée :
- Sur HG $DX=0$ et $DY=0$.

La plaque 2 est soumise à un déplacement imposé :
- Sur CD : $DY=U_0=-0.1\,m$ et $DX=0$.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

La solution de référence, analytique, peut être déduite d'un calcul très simple. Le coefficient de Poisson étant nul, la déformation uniaxiale s'écrit $\varepsilon = U_0 / HD = -0.1/2.$ La pression vaut alors $E\,\varepsilon = -10^5\,Pa$.

2.2 Résultats de référence

La pression de contact est constante et égale à $-10^5\,Pa$ sur toute la surface de contact. De même le déplacement vertical (selon y) est constant sur la surface de contact et égal à $U_0/2 = -0.05\ \mathrm{m}$.

2.3 Référence bibliographique

1. N. EL-ABBASI and K.J. BATHE : "*Stability and Patch Test Performance of Contact Discretizations and a New Solution Algorithm*", Computers & Structures, 79, 1473-1486, 2001

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation D_PLAN pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement du CONTACT avec intégration de type 'SIMPSON2'.

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 313
Nombre de mailles et types : 265 QUAD4 et 132 SEG2

Les maillages des 2 surfaces de contact sont incompatibles. 12 éléments finis SEG2 sont disposés sur la surface de contact initiale de la plaque 1 et seulement 11 sur la surface de contact de l'autre surface.
En activant le mot-clé SIMPSON2 trois sous-éléments sont utilisés pour l'intégration des termes de contact.

3.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
LAGS_C au noeud $N14$	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	1 %
LAGS_C au point A	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	1 %
LAGS_C au point B	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	1 %
DY au noeud $N14$	-0.05	'ANALYTIQUE'	1 %
DY au point A	-0.05	'ANALYTIQUE'	1 %
DY au point B	-0.05	'ANALYTIQUE'	1 %

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation D_PLAN pour les éléments solides avec la méthode CONTRAINTE pour le traitement du CONTACT.

4.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que pour la modélisation précédente.

Nombre de nœuds : 313
Nombre de mailles et types : 265 QUAD4 et 132 SEG2

4.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
SIYY au noeud $N14$	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	1 %
SIYY au point A	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	6.1%
SIYY au point B	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	6.1%
DY au noeud $N14$	-0.05	'ANALYTIQUE'	1 %
DY au point A	-0.05	'ANALYTIQUE'	1,67 %
DY au point B	-0.05	'ANALYTIQUE'	1,67 %

4.4 Remarques

Les formulations discrètes ne vérifient pas le *patch-test* contrairement à la formulation continue, c'est pourquoi les tolérances sont plus lâches.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation D_PLAN pour les éléments solides avec la méthode PENALISATION avec un coefficient de pénalisation de 1.E7 pour le traitement du contact.

5.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que pour la modélisation précédente.

Nombre de nœuds : 313
Nombre de mailles et types : 265 QUAD4 et 132 SEG2

5.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
SIYY au noeud $N14$	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	2,13 %
SIYY au point A	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	7,5%
SIYY au point B	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	7,5%
DY au noeud $N14$	-0.05	'ANALYTIQUE'	2,13 %
DY au point A	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,7 %
DY au point B	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,7 %

5.4 Remarques

Les formulations discrètes ne vérifient pas le *patch-test* contrairement à la formulation continue, c'est pourquoi les tolérances sont plus lâches.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 3D pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement du CONTACT. Les surfaces de contact en vis-à-vis sont constituées d'éléments QUAD8.

6.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 850
Nombre de mailles et types : 128 HEXA20 et 64 QUAD8

6.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
LAGS_C au noeud *A21*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A22*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A23*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A24*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
MAX des LAGS_C sur la surface	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
MIN des LAGS_C sur la surface	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A21*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A22*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A23*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A24*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

7 Modélisation E

7.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 3D pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement du CONTACT. Les surfaces de contact en vis-à-vis sont constituées d'éléments TRIA6.

7.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 1010
Nombre de mailles et types : 256 PENTA15 et 128 TRIA6

7.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
LAGS_C au noeud *A21*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A22*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A23*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A24*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A21*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A22*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A23*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A24*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
MAX des LAGS_C sur la surface	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
MIN des LAGS_C sur la surface	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

8 Modélisation F

8.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 3D pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement du CONTACT. Les surfaces de contact en vis-à-vis sont constituées d'éléments TRIA6 en vis-à-vis de mailles QUAD8.

8.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 930
Nombre de mailles et types : 64 HEXA20, 128 PENTA15, 32 QUAD8 et 64 TRIA6

8.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
LAGS_C au noeud *A21*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A22*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A23*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A24*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A21*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A22*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A23*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A24*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
MAX des LAGS_C sur la surface	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
MIN des LAGS_C sur la surface	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %

8.4 Remarques

La surface de contact esclave est maillée en TRIA6 et la surface de contact maître est maillée en QUAD8. Une utilisation avec des éléments QUAD8 pour la surface esclave et des TRIA6 pour la surface maître ne satisfait pas les conditions de compatibilité nécessaires à la bonne intégration des termes de contact [R5.03.52]. De manière générale, si l'on n'appréhende pas correctement cette notion de compatibilité, on conseille à l'utilisateur non averti d'utiliser les mêmes éléments pour le maillage des surfaces maître et esclave.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

9 Modélisation G

9.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation D_PLAN pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement du CONTACT avec intégration de type SIMPSON2.

9.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 313
Nombre de mailles et types : 265 QUAD4 et 132 SEG2

9.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
LAGS_C au noeud $N14$	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	1 %
LAGS_C au point A	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	1 %
LAGS_C au point B	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	1 %
DY au noeud $N14$	-0.05	'ANALYTIQUE'	1 %
DY au point A	-0.05	'ANALYTIQUE'	1 %
DY au point B	-0.05	'ANALYTIQUE'	1 %

9.4 Remarques

Dans cette modélisation, le chargement est une pression imposée sur la plaque supérieure (et non un déplacement). Les 2 approches sont parfaitement équivalentes, cependant l'utilisation d'une pression impose ici de bloquer les mouvements de corps rigide (suivant DZ), cela est fait en déclarant un contact initial (CONTACT_INIT).

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

10 Modélisation H

10.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation D_PLAN pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement du CONTACT entre éléments mixtes linéaires et éléments quadratiques.

10.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 721
Nombre de mailles et types : 144 QUAD4, 121 QUAD8, 48 SEG2 et 44 SEG3

Les maillages sont incompatibles. 12 éléments finis SEG2 sont disposés sur la surface de contact initiale de la plaque esclave et seulement 11 éléments finis SEG3 sur la surface de contact maître.
En activant le mot-clé NCOTES2 , un schéma de type Newton-Cotes couplé à une technique de subdivision en sous-éléments a été utilisé pour l'intégration des termes de contact.

10.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
LAGS_C au noeud $N14$	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,5 %
LAGS_C au point A	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,5 %
LAGS_C au point B	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,5 %
DY au noeud $N14$	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,5 %
DY au point A	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,5 %
DY au point B	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,5 %

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

11 Modélisation I

11.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 3D pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement du CONTACT entre éléments mixtes linéaires et éléments quadratiques.

11.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 227
Nombre de mailles et types : 16 HEXA20, 25 HEXA8, 32 QUAD8 et 50 QUAD4

Les maillages sont incompatibles. Les surfaces de contact sont constituées de 5 éléments QUAD4 en vis-à-vis de 4 éléments QUAD8. Le schéma d'intégration utilisé est de type Newton-Cotes couplé à une technique de subdivision en sous-éléments.

11.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
LAGS_C au noeud *A21*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A22*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A23*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A24*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
MAX des LAGS_C sur la surface	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
MIN des LAGS_C sur la surface	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A21*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A22*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A23*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A24*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

12 Modélisation J

12.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 3D pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement du CONTACT entre éléments mixtes linéaires et éléments quadratiques.

12.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 630
Nombre de mailles et types : 128 PENTA6, 128 PENTA15, 64 TRIA3 et 64 TRIA6

Les maillages sont compatibles. Les surfaces de contact sont constituées d'éléments TRIA3 en vis-à-vis d'éléments TRIA6. Le schéma d'intégration utilisé est de type Newton-Cotes.

12.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
LAGS_C au noeud *A21*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A22*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A23*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A24*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A21*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A22*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A23*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A24*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
MAX des LAGS_C sur la surface	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
MIN des LAGS_C sur la surface	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

13 Modélisation K

13.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 3D pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement du CONTACT pour les éléments mixtes linéaires/quadratiques .

13.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 550
Nombre de mailles et types : 64 HEXA20, 128 PENTA6, 32 QUAD8 et 64 TRIA3

Les maillages sont compatibles. Les surfaces de contact sont constituées d'éléments TRIA3 en vis-à-vis d'éléments QUAD8. Le schéma d'intégration utilisé est de type Newton-Cotes.

13.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
LAGS_C au noeud *A21*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A22*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A23*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A24*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A21*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A22*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A23*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A24*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
MAX des LAGS_C sur la surface	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
MIN des LAGS_C sur la surface	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %

13.4 Remarques

La surface de contact esclave est maillée en TRIA3 et la surface de contact maître est maillée en QUAD8. Une utilisation avec des éléments QUAD8 pour la surface esclave et des TRIA3 pour la surface maître ne satisfait pas les conditions de compatibilité nécessaires à la bonne intégration des termes de contact [R5.03.52].

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

14 Modélisation L

14.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation D_PLAN pour les éléments solides avec la méthode GCP pour le traitement du CONTACT.

14.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que pour la modélisation A.

Nombre de nœuds : 313
Nombre de mailles et types : 265 QUAD4 et 132 SEG2

14.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
SIYY au noeud $N14$	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	2,13 %
SIYY au point A	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	7,5%
SIYY au point B	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	7,5%
DY au noeud $N14$	-0.05	'ANALYTIQUE'	2,13%
DY au point A	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,7 %
DY au point B	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,7 %

14.4 Remarques

Les formulations discrètes ne vérifient pas le *patch-test* contrairement à la formulation continue, c'est pourquoi les tolérances sont plus lâches.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

15 Modélisation P

15.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation D_PLAN pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement du CONTACT avec intégration de type SIMPSON2. La formulation du contact est pénalisée, le coefficient de pénalisation est de 1.0E16.

15.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 313
Nombre de mailles et types : 265 QUAD4 et 132 SEG2

15.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
LAGS_C au noeud $N14$	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	1 %
LAGS_C au point A	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	1 %
LAGS_C au point B	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	1 %
DY au noeud $N14$	-0.05	'ANALYTIQUE'	1 %
DY au point A	-0.05	'ANALYTIQUE'	1 %
DY au point B	-0.05	'ANALYTIQUE'	1 %

15.4 Remarques

Dans cette modélisation, le chargement est une pression imposée sur la plaque supérieure (et non un déplacement). Les 2 approches sont parfaitement équivalentes, cependant l'utilisation d'une pression impose ici de bloquer les mouvements de corps rigide (suivant DZ), cela est fait en déclarant un contact initial (CONTACT_INIT).

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

16 Modélisation Q

16.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 3D pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement du CONTACT. Les surfaces de contact en vis-à-vis sont constituées d'éléments QUAD9.

16.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 850
Nombre de mailles et types : 128 HEXA27 et 64 QUAD9

16.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
LAGS_C au noeud *A21*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A22*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A23*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A24*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
MAX des LAGS_C sur la surface	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
MIN des LAGS_C sur la surface	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A21*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A22*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A23*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A24*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %

16.4 Remarques

Dans cette modélisation, on utilise des mailles HEXA27 qui ont été transformées par l'opérateur CREA_MAILLAGE.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

17 Modélisation R

17.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 3D pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement du CONTACT. Les surfaces de contact en vis-à-vis sont constituées d'éléments TRIA6.

17.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 1458
Nombre de mailles et types : 256 PENTA18, 128 TRIA6

17.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
LAGS_C au noeud *A21*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A22*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A23*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
LAGS_C au point *A24*	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
MAX des LAGS_C sur la surface	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
MIN des LAGS_C sur la surface	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A21*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A22*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A23*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %
DZ au point *A24*	-0.05	'ANALYTIQUE'	0,1 %

17.4 Remarques

Dans cette modélisation, on utilise des mailles PENTA18 qui ont été transformées par l'opérateur CREA_MAILLAGE.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

18 Modélisation S

18.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation D_PLAN pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement du CONTACT. On teste la méthode de PENALISATION avec le Newton généralisé.

18.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est le même que celui de la modélisation A.

18.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
LAGS_C au noeud $N14$	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	1 %
LAGS_C au point A	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	1 %
LAGS_C au point B	–1.E+5	'ANALYTIQUE'	1 %
DY au noeud $N14$	-0.05	'ANALYTIQUE'	1 %
DY au point A	-0.05	'ANALYTIQUE'	1 %
DY au point B	-0.05	'ANALYTIQUE'	1 %

18.4 Remarques

Dans cette modélisation, on utilise des mailles PENTA18 qui ont été transformées par l'opérateur CREA_MAILLAGE.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

19 Synthèse des résultats

On cherche sur cet exemple très simple (connu sous le nom de *patch-test*) à tester une nouvelle technique d'intégration des termes de contact fondée sur la subdivision par sous-éléments disponible uniquement pour la formulation 'CONTINUE'. Cette technique a pour objectif d'atténuer l'amplitude d'oscillation de la pression de contact. Dans le cas étudié ici, la pression est constante sur toute la surface de contact (remarquons que le coefficient de Poisson est nul).

On constate ainsi qu'avec les formulations discrètes 'CONTRAINTE' et 'PENALISATION' la solution présente des oscillations non physiques de l'ordre de 6 à 7 %. En utilisant la méthode 'CONTINUE', avec un schéma d'intégration adapté les oscillations disparaissent presque totalement et les résultats obtenus sont très proches de la solution de référence (<0,5%).

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)